باب 7

الیکٹروکیمسٹری

(Electrochemistry)

وقت کی تقسیم

تدریسی پیریڈز : 18

تشخیصی پیریڈز : 3

سلیبس میں حصہ : 18%

بنیادی تصورات

7.1 آکسیڈیشن (oxidation) اور ریڈکشن (reduction)

7.2 آکسیڈیشن سٹیٹ اور اس کی تفویض کے اصول

7.3 آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس

7.4 آکسیڈیشن۔ریڈکشن ری ایکشنز

7.5 الیکٹروکیمیکل سیل

7.6 الیکٹروکیمیکل صنعتیں

7.7 کروژن اور اس سے بچاؤ

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- آکسیجن یا ہائیڈروجن کے حصول یا اخراج کے حوالے سے آکسیڈیشن اور ریڈکشن کی تعریف کر سکیں۔
- الیکٹرونز کے حصول یا اخراج کے حوالے سے آکسیڈیشن اور ریڈکشن کی تعریف کر سکیں۔
- ریڈاکس (redox) ری ایکشن میں آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس کی نشاندہی کر سکیں۔
- ریڈاکس ری ایکشن میں آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس کی تعریف کر سکیں۔
- آکسیڈیشن سٹیٹ کی تعریف کر سکیں۔
- آزاد ایلیمنٹس ، آئنز، مالیکیولز میں ایٹمز کو آکسیڈیشن نمبر دینے کے قواعد بیان کر سکیں۔
- کسی کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمنٹ کے کسی بھی ایٹم کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کر سکیں۔
- الیکٹروکیمیکل عوامل کی اصلیت کو بیان کر سکیں۔
- الیکٹرولیٹک سیل کا خاکہ تیار کر سکیں اور اینوڈ اور کیتھوڈ کو لیبل کر سکیں۔

- کیٹائنز اور اینائنز کی اپنے متعلقہ الیکٹروڈز کی طرف حرکت کی سمت کی نشاندہی کر سکیں۔
- الیکٹرولیٹک سیل کے ممکنہ استعمال کی فہرست بنا سکیں۔
- ڈینیل سیل کا خاکہ تیار کر سکیں، کیتھوڈ اور اینوڈ کی لیبلنگ اور الیکٹرونز کے بہاؤ کی سمت کی نشاندہی کر سکیں۔
- بیٹری سے الیکٹریکل انرجی پیدا ہونے کا طریقہ بیان کر سکیں۔
- ایک دیے گئے وولٹیک سیل میں کس ہاف سیل جس میں آکسیڈیشن کا عمل ہوتا اور اس ہاف سیل کی جس میں ریڈکشن کا عمل ہوتا ہے، کی نشان دہی کر سکیں۔
- الیکٹرولیٹک اور وولٹیک سیلز کے درمیان فرق واضح کر سکیں۔
- الکلی میٹلز کی تیاری کے طریقے بیان کر سکیں۔
- پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ سے سوڈیم میٹل کی تیاری کا طریقہ بیان کر سکیں۔
- پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ سے سوڈیم میٹل کی تیاری کے دوران پیدا ہونے والی بائی پروڈکٹس کی نشاندہی کر سکیں۔
- کچ دھاتوں (ores) سے میٹل کے حصول کا طریقہ بیان کر سکیں۔
- کاپر کی الیکٹرولیٹک ریفائننگ کی وضاحت کر سکیں۔
- کروژن (corrosion) کی تعریف کر سکیں۔
- کروژن کی مثال دینے کے لیے آئرن کی زنگ آلودگی کو بیان کر سکیں۔
- سٹیل پر میٹلز کی الیکٹروپلیٹنگ کی وضاحت (زنک، ٹن اور کرومیم پلیٹنگ کی مثالیں دے کر) کر سکیں۔

تعارف

کیمسٹری کی وہ برانچ جو الیکٹریسٹی اور کیمیکل ری ایکشنز کے مابین تعلق کو بیان کرتی ہے الیکٹروکیمسٹری کہلاتی ہے۔ اس میں آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز جنہیں مختصراً ریڈاکس ری ایکشنز (redox reactions) کہتے ہیں کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ ریڈاکس ری ایکشنز یا تو خود بخود وقوع پذیر (spontaneous) ہوتے ہیں اور الیکٹریسٹی پیدا کرتے ہیں اور یا پھر خود بخود وقوع پذیر نہ ہونے والے (non-spontaneous) ری ایکشنز کو وقوع پذیر کرنے کے لیے الیکٹریسٹی استعمال کی جاتی ہے۔ سپانٹینیس (spontaneous) ری ایکشنز وہ ری ایکشنز ہیں جو خود بخود بغیر کسی بیرونی ایجنٹ کے وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ نان سپانٹینیس (non-spontaneous) ری ایکشنز وہ ری ایکشنز ہیں جو کسی بیرونی ایجنٹ کی موجودگی میں وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ یہ کیمیکل ری ایکشنز گیلوانک یا الیکٹرولیٹک (electrolytic) سیل میں وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کی الیکٹرولیسز (electrolysis) سے سوڈیم میٹل پیدا ہوتی ہے جبکہ برائن کے سلوشن سے سوڈیم ہائڈروآکسائڈ پیدا ہوتا ہے۔

7.1 آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز
(OXIDATION AND REDUCTION REACTIONS)

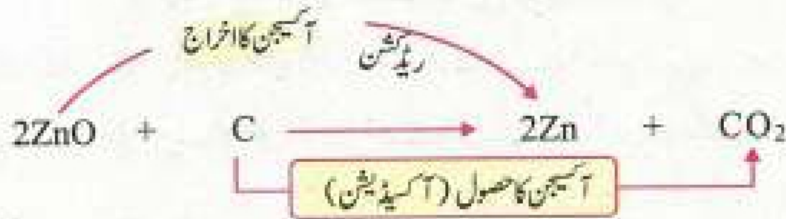
کسی کیمیکل ری ایکشن میں آکسیڈیشن اور ریڈکشن کا ایک نظریہ آکسیجن کے حصول یا اخراج یا پھر ہائیڈروجن کے حصول یا اخراج پر منحصر ہوتا ہے۔ اس نظریہ کے مطابق "کسی کیمیکل ری ایکشن کے دوران آکسیجن کے حصول یا ہائیڈروجن کے اخراج کے عمل کو آکسیڈیشن (oxidation) کہتے ہیں"۔ جبکہ "کسی کیمیکل ری ایکشن کے دوران ہائیڈروجن کے حصول یا آکسیجن کے اخراج کے عمل کو ریڈکشن (reduction) کہتے ہیں"۔

یہ دونوں عمل کیمیکل ری ایکشن کے دوران بیک وقت وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ ہم کہہ سکتے ہیں کہ جہاں آکسیڈیشن ہوگی وہاں ریڈکشن کا عمل بھی ضرور ہوگا۔ آیئے ہم ایک مثال کے ذریعے آکسیجن کے اخراج اور حصول کی بنیاد پر اس تصور کو سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔

زنک آکسائڈ اور کاربن کے درمیان کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے جس میں زنک آکسائڈ سے آکسیجن خارج ہوتی ہے (ریڈکشن) اور کاربن کے ساتھ مل جاتی ہے (آکسیڈیشن) یہ عمل اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے۔

آکسیجن کا اخراج — ریڈکشن

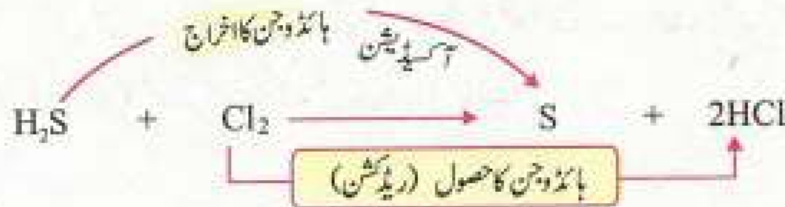
$$2ZnO + C \longrightarrow 2Zn + CO_2$$

آکسیجن کا حصول (آکسیڈیشن)

آیئے ہم دوسری مساوات کا جائزہ لیتے ہیں جس میں ہائیڈروجن کے اخراج اور حصول کی بنیاد پر وضاحت کی گئی ہے۔

ہائیڈروجن سلفائڈ اور کلورین کے درمیان ہائیڈروجن سلفائڈ کی آکسیڈیشن اور کلورین کی ریڈکشن کے ذریعے کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے۔ ہائیڈروجن سلفائڈ سے ہائیڈروجن خارج ہو کر کلورین کے ساتھ مل جاتی ہے۔ اس عمل کو درج ذیل مساوات میں دکھایا گیا ہے:

ہائیڈروجن کا اخراج — آکسیڈیشن

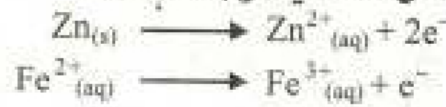
$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow S + 2HCl$$

ہائیڈروجن کا حصول (ریڈکشن)

ایسا کیمیکل ری ایکشن جس میں آکسیڈیشن اور ریڈکشن کے ری ایکشنز بیک وقت وقوع پذیر ہوں، اسے آکسیڈیشن-ریڈکشن ری ایکشن یا مختصراً ریڈاکس (redox) ری ایکشن کہتے ہیں۔

7.1.1 الیکٹرون کے اخراج اور حصول کے حوالے سے آکسیڈیشن اور ریڈکشن
(Oxidation and Reduction in terms of Loss or Gain of Electron)

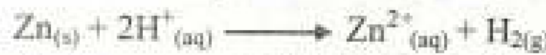
کیمسٹری میں کئی ایسے کیمیکل ری ایکشنز وقوع پذیر ہوتے ہیں جن میں آکسیجن یا ہائیڈروجن کا کوئی عمل دخل نہیں ہوتا لیکن پھر بھی ان کو ریڈاکس ری ایکشنز تصور کیا جاتا ہے۔ ان ری ایکشنز کے متعلق ایک نیا نظریہ "الیکٹرون کا اخراج یا حصول" استعمال کیا جاتا ہے اور ان کو بھی آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز کہا جاتا ہے۔ اس نظریہ کے مطابق:

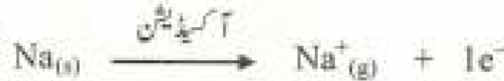
کسی آئن یا ایٹم سے الیکٹرونز کا خارج ہونا آکسیڈیشن کہلاتا ہے۔ مثلاً

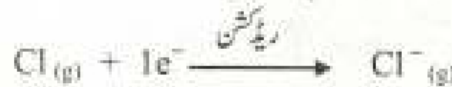
$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$
$$Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + e^-$$

کسی آئن یا ایٹم کا الیکٹرونز حاصل کرنا ریڈکشن کہلاتا ہے جیسے

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$
$$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$$

ریڈاکس ری ایکشن مندرجہ بالا دونوں کیمیکل ری ایکشن کا مجموعہ ہے۔

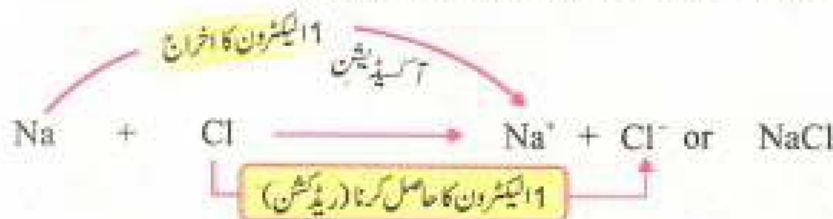
$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

آیئے ایک اور مثال کے ذریعے اس نظریہ کو مزید سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ سوڈیم اور کلورین کے درمیان کیمیکل ری ایکشن تین مراحل میں مکمل ہوتا ہے۔ پہلے سوڈیم ایک الیکٹرون خارج کرتا ہے، اس سے سوڈیم آئن بن جاتا ہے۔

$$Na_{(s)} \xrightarrow{\text{آکسیڈیشن}} Na^+_{(g)} + 1e^-$$

چونکہ کلورین کے ایٹم کو اپنا اوکٹیٹ مکمل کرنے کے لیے ایک الیکٹرون درکار ہوتا ہے، اس لیے کلورین ایٹم ایک الیکٹرون حاصل کر لیتا ہے۔ اس کے نتیجے میں کلورائڈ آئن بن جاتا ہے۔

$$Cl_{(g)} + 1e^- \xrightarrow{\text{ریڈکشن}} Cl^-_{(g)}$$

بالآخر یہ دونوں آئن آپس میں الیکٹروسٹیٹک فورس کے ذریعے سوڈیم کلورائڈ بناتے ہیں۔ یہ ایک مکمل ریڈاکس ری ایکشن (آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز کا مجموعہ) ہے جو کہ ذیل میں دکھایا گیا ہے:

الیکٹرون کا اخراج 1
آکسیڈیشن

$$Na + Cl \longrightarrow Na^+ + Cl^- \text{ or } NaCl$$

1 الیکٹرون کا حاصل کرنا (ریڈکشن)

یہ ذہن نشین رہے کہ کلورین صرف مالیکیولر شکل Cl_2 میں برقرار رہتی ہے، اس لیے متوازن ری ایکشن درج ذیل ہوگا:

2 الیکٹرون کا اخراج
آکسیڈیشن

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2Na^+ + 2Cl^- \text{ or } 2NaCl$$

2 الیکٹرون کا حاصل کرنا (ریڈکشن)

ان تمام تصورات کا خلاصہ یہ ہے:

آکسیڈیشن	ریڈکشن
آکسیجن کا حصول ہائیڈروجن کا اخراج الیکٹرونز کا اخراج	آکسیجن کا اخراج ہائیڈروجن کا حصول الیکٹرونز کا حصول

خود تشخیصی سرگرمی 7.1

i- آپ کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ میگنیشیم اور آکسیجن کے درمیان ہونے والا ری ایکشن ریڈاکس ری ایکشن ہے، جبکہ ری ایکشن سے بظاہر لگتا ہے کہ صرف آکسیجن کا حصول ہوا ہے (آکسیڈیشن)۔

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

ii- کاربن اور آکسیجن کے درمیان ایک ری ایکشن میں صرف آکسیجن کا حصول ہوا ہے (آکسیڈیشن)۔ لیکن اسے ریڈاکس ری ایکشن کہا جاتا ہے۔ اس پر تبصرہ کریں۔

iii- آکسیڈیشن اور ریڈکشن ری ایکشنز بیک وقت ہوتے ہیں ایک مثال سے وضاحت کریں۔

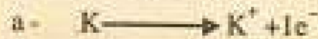
iv- شناخت کریں کہ مندرجہ ذیل میں سے کون سا آکسیڈیشن ری ایکشن ہے اور کون سا ریڈکشن ری ایکشن ہے۔

a- $K \longrightarrow K^+ + 1e^-$

b- $Br + 1e^- \longrightarrow Br^-$

c- $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

d- $I^- \longrightarrow I + 1e^-$

e- $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e^-$

v- ایک ایلیمنٹ M کسی دوسرے ایلیمنٹ X کے ساتھ MX_2 بنانے کے لیے ری ایکٹ کرتا ہے۔ الیکٹرونز خارج کرنے اور حاصل کرنے کے حوالے سے شناخت کریں کہ کون سا ایلیمنٹ آکسیڈائزڈ (oxidized) ہوگا اور کون سا ریڈیوسڈ (reduced) ہوگا؟

vi- آپ کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ مندرجہ ذیل ری ایکشن صرف آکسیڈیشن ری ایکشن نہیں ہے بلکہ ایک مکمل ریڈاکس ری ایکشن ہے۔

$$FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$$

vii- الیکٹرونک نظریے کی بنا پر آکسیڈیشن کی وضاحت ایک مثال سے کریں۔

7.2 آکسیڈیشن سٹیٹ اور اس کی تفویض کے قواعد
(OXIDATION STATE AND RULES FOR ASSIGNING OXIDATION STATE)

آکسیڈیشن سٹیٹ یا آکسیڈیشن نمبر وہ چارج ہوتا ہے جو مالیکیول میں موجود کسی ایلیمنٹ کے ایک ایٹم یا آئن پر موجود ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر HCl میں H کا آکسیڈیشن نمبر 1+ اور Cl کا 1- ہوتا ہے۔

آکسیڈیشن نمبر (O.N) کی تفویض کے قواعد:

(i) آزاد حالت میں تمام ایلیمنٹس کا آکسیڈیشن نمبرز زیرو ہوتا ہے۔

(ii) ایسا آئن جو صرف ایک ایلیمنٹ پر مشتمل ہو اس کا آکسیڈیشن نمبر وہی ہوگا جو آئن پر چارج ہوگا۔

(iii) پیریاڈک ٹیبل میں مختلف ایلیمنٹس کے آکسیڈیشن نمبر اس طرح ہوں گے۔
گروپ 1 میں 1+، گروپ 2 میں 2+ گروپ 3 میں 3+، گروپ 15 میں 3-، گروپ 16 میں 2- اور گروپ 17 میں 1-

(iv) ہائڈروجن کے تمام کمپاؤنڈز میں ہائڈروجن کا آکسیڈیشن نمبر 1+ ہوتا ہے۔ لیکن میٹل ہائڈرائڈز میں ہائڈروجن کا آکسیڈیشن نمبر 1− ہوتا ہے۔

(v) آکسیجن کے تمام کمپاؤنڈز میں آکسیجن کا آکسیڈیشن نمبر 2− ہوتا ہے۔ لیکن پرآکسائڈز میں 1− اور OF_2 میں 2+ ہوتا ہے۔

(vi) کسی کمپاؤنڈ میں زیادہ الیکٹرونیگیٹیویٹی والے ایٹم کا آکسیڈیشن نمبر نیگیٹیو ہوتا ہے۔

(vii) نیوٹرل مالیکیولز میں تمام ایلیمنٹس کے آکسیڈیشن نمبرز کا مجموعہ زیرو ہوتا ہے۔

(viii) آئنز میں آکسیڈیشن نمبروں کا مجموعہ، آئن پر موجود چارج کے برابر ہوتا ہے۔

یاد رکھیے:
آکسیڈیشن نمبر لگاتے وقت چارج پہلے لکھا جاتا ہے اور عدد بعد میں جیسے 2+ جبکہ ویلنسی لکھتے وقت جو کہ کسی ایٹم، آئن یا مالیکیول کا ظاہر چارج ہوتا ہے، پہلے عدد پھر چارج لکھا جاتا ہے جیسے 2+۔

مثال 7.1

HNO_3 میں نائٹروجن کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں جبکہ ہائڈروجن اور آکسیجن کے آکسیڈیشن نمبر درج ذیل ہوں گے:
H = +1 and O = −2

حل

کسی کمپاؤنڈ کے تمام آکسیڈیشن نمبرز کا مجموعہ زیرو ہوتا ہے۔ فارمولے کے ذریعے HNO_3 میں

[H کا آکسیڈیشن نمبر] + [N کا آکسیڈیشن نمبر] +3[O کا آکسیڈیشن نمبر] = 0

مندرجہ بالا فارمولا میں قیمتیں درج کرنے سے

$$[+1] + [N \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] + 3\,[-2] = 0$$

$$+1 + \{N \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}\} + [-6] = 0$$

$$\text{نائٹروجن کا آکسیڈیشن نمبر} = 6 - 1$$

$$= +5$$

مثال 7.2

H_2SO_4 میں سلفر کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں جبکہ ہائیڈروجن اور آکسیجن کے آکسیڈیشن نمبر درج ذیل ہوں گے۔

$$H = +1, \quad O = -2$$

چونکہ کسی کمپاؤنڈ کے تمام ایٹموں کے آکسیڈیشن نمبرز کا مجموعہ 0 ہوتا ہے اس لیے H_2SO_4 کا فارمولا یہ ہوگا۔

حل

$$2\,[H \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] + [S \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] + 4\,[O \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] = 0$$

فارمولے میں دی گئی قیمتیں درج کرنے سے

$$2[+1] + [S \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] + 4\,[-2] = 0$$

$$2 + S \text{ کا آکسیڈیشن نمبر} + [-8] = 0$$

$$S \text{ کا آکسیڈیشن نمبر} = 8 - 2$$

$$= +6$$

مثال 7.3

$KClO_3$ میں کلورین کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔ جبکہ

$$K \text{ کا آکسیڈیشن نمبر} = +1, \quad O \text{ کا آکسیڈیشن نمبر} = -2$$

حل

یہ قیمتیں فارمولے میں درج کرنے سے

$$[K \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] + [Cl \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] + 3\,[O \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] = 0$$

$$[+1] + [Cl \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] + 3\,[-2] = 0$$

$$1 + [Cl \text{ کا آکسیڈیشن نمبر}] + [-6] = 0$$

$$Cl \text{ کا آکسیڈیشن نمبر} = 6 - 1 = +5$$

خود تشخیصی سرگرمی 7.2

i- مندرجہ ذیل فارمولاز میں جن ایلیمنٹس کو بولڈ کر کے لکھا گیا ہے ان کے آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔

$Ba_3(PO_4)_2$، $CaSO_4$، $Cu(NO_3)_2$، $Al_2(SO_4)_3$

ii- ایک کمپاؤنڈ MX_3 میں M اور X کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔

iii- OF_2 میں آکسیجن کا آکسیڈیشن نمبر 2+ کیوں ہے؟

iv- H_2S، SO_2 اور H_2SO_4 میں سلفر ایٹم کا آکسیڈیشن نمبر ویری ایبل (variable) ہے۔ ہر کمپاؤنڈ میں سلفر کا آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔

v- ایک ایلیمنٹ X کی آکسیڈیشن سٹیٹ زیرو ہے۔ جب یہ تین الیکٹرونز حاصل کرے گا تو اس کی آکسیڈیشن سٹیٹ کیا ہوگی؟

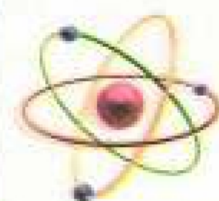
vi- ایک ایلیمنٹ 7+ آکسیڈیشن سٹیٹ سے 2+ آکسیڈیشن سٹیٹ تک ریڈیوس ہونے کے لیے کتنے الیکٹرونز حاصل کرے گا؟

vii- اگر ایک ایلیمنٹ کی آکسیڈیشن سٹیٹ 5+ سے 3- تک تبدیل ہوتی ہے تو کیا یہ ریڈیوسڈ ہوا ہے یا آکسیڈائزڈ؟ اس عمل میں کتنے الیکٹرونز شامل ہوں گے؟

7.3 آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس (OXIDIZING AND REDUCING AGENTS)

آکسیڈائزنگ ایجنٹ ایسی نوع (species) ہے جو کسی شے سے الیکٹرونز لے کر اُس کی آکسیڈیشن کرتا ہے۔ اس طرح وہ شے (ایٹم یا آئن) جو الیکٹرونز لے کر خود کو ریڈیوس کرے وہ بھی آکسیڈائزنگ ایجنٹ (oxidizing agent) کہلاتا ہے۔ نان میٹلز آکسیڈائزنگ ایجنٹس ہیں کیونکہ یہ زیادہ الیکٹرونیگیٹو ایلیمنٹس ہونے کی وجہ سے الیکٹرون حاصل کر لیتے ہیں۔

ریڈیوسنگ ایجنٹ وہ نوع ہے جو الیکٹرونز دے کر کسی شے کو ریڈیوس کرتا ہے۔ اسطرح وہ شے (ایٹم یا آئن) جو الیکٹرون خارج کر کے خود کو آکسیڈائز کرے وہ بھی ریڈیوسنگ ایجنٹ (reducing agent) کہلاتا ہے۔ تقریباً تمام میٹلز اچھے ریڈیوسنگ ایجنٹس ہوتے ہیں کیونکہ یہ الیکٹرونز خارج کرنے کا رحجان رکھتے ہیں۔

آکسیڈیشن: ''کسی کیمیکل ری ایکشن کے دوران الیکٹرون خارج کرنے کو آکسیڈیشن کا نام دیا جاتا ہے''۔
ریڈکشن: ''کسی کیمیکل ری ایکشن کے دوران الیکٹرون کے حاصل کرنے کو ریڈکشن کہا جاتا ہے۔
ریڈیوسنگ ایجنٹ: ''ایسی شے ہے جو خود کو آکسیڈائز اور دوسروں کو ریڈیوس کرتا ہے''۔
آکسیڈائزنگ ایجنٹ: ''ایسی شے ہے جو خود کو ریڈیوس اور دوسروں کو آکسیڈائز کرتا ہے''۔

7.4 آکسیڈیشن-ریڈکشن ری ایکشنز (OXIDATION-REDUCTION REACTIONS):

ایسے کیمیکل ری ایکشنز جن میں کسی ایک یا زیادہ اشیا کی آکسیڈیشن سٹیٹ تبدیل ہو، آکسیڈیشن-ریڈکشن یا صرف ریڈاکس (redox) ری ایکشنز کہلاتے ہیں۔ ریڈاکس ری ایکشنز کی مثالیں ذیل میں دی گئی ہیں۔ ہر ری ایکشن سسٹم آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس پر مشتمل ہے۔

آیئے زنک میٹل کے ہائڈروکلورک ایسڈ کے ساتھ ری ایکشن کی وضاحت کریں:

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(l)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

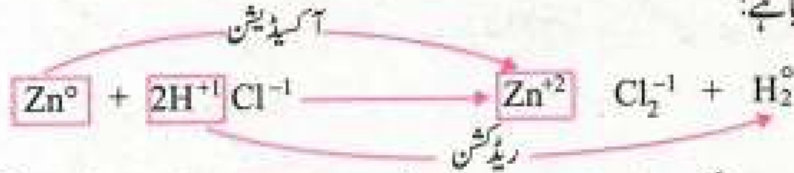
اس ری ایکشن میں موجود تمام آئنز اور ایٹمز کے آکسیڈیشن نمبر مندرجہ ذیل مساوات میں ظاہر کیے گئے ہیں۔

$$Zn^{\circ} + 2H^{+1}Cl^{-1} \longrightarrow Zn^{+2}Cl_2^{-1} + H_2^{\circ}$$

آیئے ہم معلوم کریں کہ ایٹمز کی آکسیڈیشن یا ریڈکشن سے ان کی آکسیڈیشن سٹیٹ تبدیل ہوتی ہے یا نہیں، اس کو درج ذیل مساوات میں ظاہر کیا گیا ہے:

آکسیڈیشن

$$\boxed{Zn^{\circ}} + \boxed{2H^{+1}}Cl^{-1} \longrightarrow \boxed{Zn^{+2}}\ Cl_2^{-1} + H_2^{\circ}$$

ریڈکشن

اسی طرح ہائڈروجن اور آکسیجن کے ملنے سے پانی بننے کے عمل میں درج ذیل ریڈاکس ری ایکشن واقع ہوتا ہے:

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

اس ری ایکشن میں تمام ایٹمز اور آئنز کے آکسیڈیشن نمبر اس طرح سے ہیں:

$$2H_2^{0} + O_2^{0} \longrightarrow 2H_2^{+1}O^{-2}$$

آیئے اس ری ایکشن میں آکسیڈائز اور ریڈیوس ہونے والے ایٹمز کو مندرجہ ذیل مساوات سے معلوم کریں۔

O الیکٹرونز حاصل کرکے زیرو آکسیڈیشن
O سٹیٹ سے 2- سٹیٹ میں تبدیل ہوا
ریڈیوس ہوا
O بطور آکسیڈائزنگ ایجنٹ عمل کرتا ہے

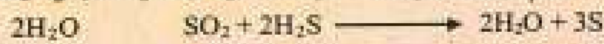
$$\boxed{H_2^{0}} + \boxed{O^{0}} \longrightarrow H_2^{+1}O^{-2}$$

H الیکٹرون کھو کر زیرو آکسیڈیشن سٹیٹ سے 1+ سٹیٹ میں تبدیل ہوا
H آکسیڈائز ہوا — H بطور ریڈیوسنگ ایجنٹ عمل کرتا ہے۔

(i) درج ذیل ری ایکشن میں آپ کیسے ثابت کریں گے کہ H_2S کی آکسیڈیشن اور SO_2 کی ریڈکشن ہوئی ہے۔

$2H_2O$ $SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 2H_2O + 3S$

(ii) MnO_2 اور HCl کے درمیان ہونے والا ری ایکشن ریڈاکس ری ایکشن ہے

$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$ معلوم کریں۔

(a) کس شے کی آکسیڈیشن ہوگی؟

(b) کس شے کی ریڈکشن ہوگی؟

(c) کون سی شے بطور آکسیڈائزنگ ایجنٹ کام کرے گی؟

(d) کون سی شے بطور ریڈیوسنگ ایجنٹ کام کرے گی؟

(iii) مندرجہ ذیل ری ایکشنز ریڈاکس ری ایکشنز ہیں۔ ان میں سے وہ ایلیمنٹس معلوم کریں جو ریڈیوس اور جو آکسیڈائز ہوئے ہیں:

(a) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

(b) $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

(c) $H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$

(iv) درج ذیل ری ایکشن ریڈاکس ری ایکشن کیوں نہیں، دلائل سے وضاحت کریں۔

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

خود تشخیصی سرگرمی 7.3

7.5 الیکٹروکیمیکل سیل (ELECTROCHEMICAL CELLS)

الیکٹروکیمیکل سیل ایک ایسا سسٹم ہے جس میں دو الیکٹروڈ الیکٹرولائٹ کے سلوشن میں ڈوبے ہوتے ہیں اور دونوں بیٹری سے جُڑے ہوتے ہیں۔ الیکٹروکیمیکل سیل توانائی ذخیرہ کرنے کے لیے ایسا آلہ ہے جس میں یا تو الیکٹرک کرنٹ کے ذریعے کیمیکل ری ایکشن (الیکٹرولیسز) واقع ہوتا ہے یا کیمیکل ری ایکشن الیکٹرک کرنٹ (الیکٹرک کنڈکشن) پیدا کرتا ہے۔

الیکٹروکیمیکل سیل دو اقسام کے ہوتے ہیں:

(i) الیکٹرولیٹک سیل (ii) گیلوانک سیل

7.5.1 الیکٹرولائٹس کا تصور (Concept of Electrolytes)

ایسی اشیا جو اپنے ایکوئس سلوشن یا پگھلی ہوئی حالت میں سے الیکٹریسٹی گزرنے دیں، الیکٹرولائٹس (electrolytes) کہلاتے ہیں۔ مثال کے طور پر سالٹس، ایسڈز اور بیسز کے سلوشن اچھے الیکٹرولائٹس ہیں۔ ٹھوس سوڈیم کلورائڈ میں سے الیکٹریسٹی نہیں گزر سکتی لیکن یہ سلوشن اور پگھلی ہوئی حالت میں اچھا الیکٹرولائٹ ہے۔ الیکٹرولائٹس کی درج ذیل دو اقسام ہیں:

7.5.1.1 طاقتور الیکٹرولائٹس (Strong Electrolytes)

ایسے الیکٹرولائٹس جو ایکوئس سلوشن میں مکمل طور پر آئنز میں تبدیل ہو جائیں اور زیادہ آئنز پیدا کریں، طاقتور الیکٹرولائٹس کہلاتے ہیں۔ NaCl ، NaOH اور H_2SO_4 کے پانی میں سلوشنز طاقتور الیکٹرولائٹس کی مثالیں ہیں۔

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

7.5.1.2 کمزور الیکٹرولائٹس (Weak Electrolytes)

ایسے الیکٹرولائٹس جو ایکوئس سلوشنز میں بہت کم آئنز پیدا کریں کمزور الیکٹرولائٹس کہلاتے ہیں۔ CH_3COOH اور $Ca(OH)_2$ کمزور الیکٹرولائٹس کی مثالیں ہیں۔ کمزور الیکٹرولائٹس مکمل طور پر آئنز میں تبدیل نہیں ہوتے۔ مثال کے طور پر ایسیٹک ایسڈ پانی میں بہت کم آئنز بناتا ہے۔ نتیجتاً کمزور الیکٹرولائٹ الیکٹریسٹی کے ناقص کنڈکٹر ہوتے ہیں۔

$$CH_3COOH_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

7.5.1.3 نان الیکٹرولائٹس (Non-electrolytes)

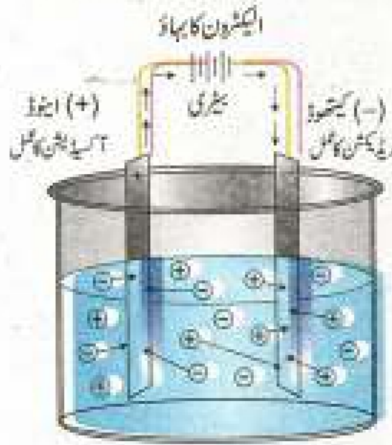
ایسی اشیا جو سلوشن میں آئنز میں تبدیل نہیں ہوتیں اور ان کے ایکوئس سلوشن میں سے کرنٹ نہیں گزر سکتا، نان الیکٹرولائٹس کہلاتے ہیں۔ مثال کے طور پر شوگر کا سلوشن اور بینزین وغیرہ۔

7.5.2 الیکٹرولیٹک سیلز (Electrolytic Cells)

الیکٹروکیمیکل سیل کی ایسی قسم جس میں نان سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن اس وقت وقوع پذیر ہوتا ہے جب سلوشن میں

سے کرنٹ گزر رہا ہو، الیکٹرولیٹک سیل کہلاتی ہے۔ اس سیل میں جو ری ایکشن وقوع پذیر ہوتا ہے اسے الیکٹرولیسز (electrolysis) کہتے ہیں۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے

شکل نمبر 7.1: الیکٹرولیٹک سیل

"کسی کمپاؤنڈ کے ایکوئس سلوشن یا اس کی پگھلی ہوئی حالت میں سے کرنٹ گزرنے کے باعث اس کمپاؤنڈ کا کیمیائی طور پر تحلیل ہو کر بنیادی اجزا میں تبدیل ہو جانا الیکٹرولیسز کہلاتا ہے"۔

ڈاؤنز سیل اور نیلسن سیل اس کی مثالیں ہیں۔

7.5.2.1 الیکٹرولیٹک سیل کی تیاری
(Construction of an Electrolytic Cell)

الیکٹرولیٹک سیل الیکٹرولائٹ کے سلوشن اور دو الیکٹروڈز (اینوڈ اور کیتھوڈ) جو سلوشن میں ڈبو کر بیٹری سے جوڑ دیے جاتے ہیں، پر مشتمل ہوتا ہے۔ وہ الیکٹروڈ جو پوزیٹو ٹرمینل سے جڑا ہوتا ہے، اینوڈ (anode) کہلاتا ہے اور جو الیکٹروڈ نیگیٹو ٹرمینل سے جڑا ہوتا ہے کیتھوڈ (cathode) کہلاتا ہے جیسا کہ شکل نمبر 7.1 میں دکھایا گیا ہے۔

7.5.2.2 الیکٹرولیٹک سیل کے کام کا طریقہ کار (Working of an Electrolytic Cell)

جب بیٹری سے الیکٹرک کرنٹ دیا جاتا ہے تو الیکٹرولائٹ کے اندر موجود آئنز اپنے متعلقہ الیکٹروڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں۔ اینائنز جو نیگیٹو چارج رکھتے ہیں، اینوڈ کی طرف جاتے ہیں اور اپنے الیکٹرونز وہاں دے دیتے ہیں۔ اس طرح آکسیڈیشن کا عمل وقوع پذیر ہوتا ہے۔ جبکہ کیٹائنز جن پر پوزیٹو چارج ہوتا ہے، کیتھوڈ کی طرف جاتے ہیں۔ کیٹائنز الیکٹروڈ سے الیکٹرونز حاصل کرتے ہیں جس کے نتیجے میں کیتھوڈ پر ریڈکشن کا عمل واقع ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کی الیکٹرولیسز کے دوران درج ذیل ری ایکشنز ہوتے ہیں:

$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^{+}_{(l)} + Cl^{-}_{(l)}$$

اینوڈ پر آکسیڈیشن

$$2Cl^{-}_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^{-}$$

کیتھوڈ پر ریڈکشن

$$2Na^{+}_{(l)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Na_{(l)}$$

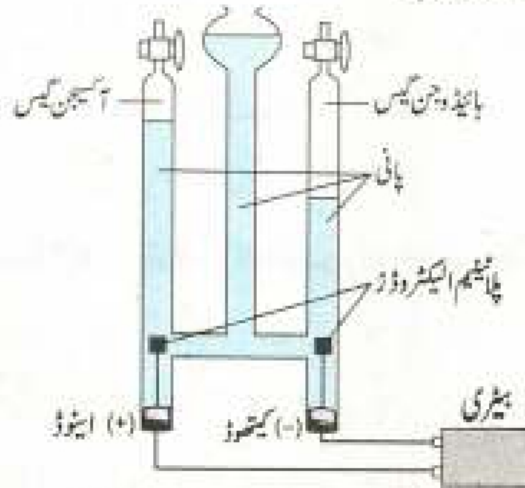
مکمل ری ایکشن

$$2Na^{+}_{(l)} + 2Cl^{-}_{(l)} \longrightarrow 2Na_{(l)} + Cl_{2(g)}$$

7.5.2.3 پانی کی الیکٹرولیسز (Electrolysis of Water)

خالص پانی ایک کمزور الیکٹرولائٹ ہے۔ یہ بہت کم حد تک اپنے آئنز میں تحلیل ہوتا ہے۔ پانی میں موجود ہائیڈروجن آئنز (H^+) اور ہائیڈروکسل آئنز (OH^-) دونوں کی بالترتیب کنسنٹریشن $10^{-7} mol\ dm^{-3}$ ہوتی ہے۔ جب پانی میں ایسڈ کے چند قطرے ڈالے جائیں تو اس کی کنڈکٹیویٹی بہتر ہو جاتی ہے۔

$$4H_2O_{(l)} \xrightarrow{acid} 4H^+_{(aq)} + 4OH^-_{(aq)}$$

جب ایسڈ ملے پانی میں سے الیکٹرک کرنٹ گزارا جاتا ہے تو OH^- آئنز اینوڈ کی طرف اور H^+ آئنز کیتھوڈ کی طرف حرکت کرنے لگتے ہیں۔ یہ اپنے متعلقہ الیکٹروڈ پر ڈسچارج ہوتے ہیں۔ یہ اینوڈ اور کیتھوڈ پر بالترتیب آکسیجن اور ہائیڈروجن پیدا کرتے ہیں جیسا کہ شکل نمبر 7.2 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 7.2 الیکٹرولیٹک سیل میں پانی کا الیکٹرولیسز

ریڈاکس ری ایکشن درج ذیل مساوات میں دکھایا گیا ہے:

اینوڈ پر آکسیڈیشن:

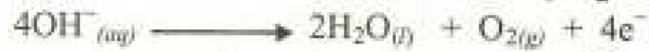
$$4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e^-$$

کیتھوڈ پر ریڈکشن:

$$4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 4H_{(g)}$$

$$4H_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)}$$

مکمل ری ایکشن:

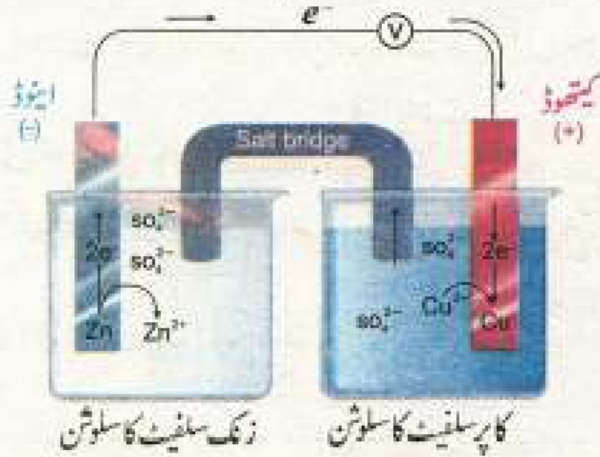
$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

7.5.3 گیلوانک سیل (Galvanic Cell)

ایسا الیکٹروکیمیکل سیل جس میں سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن واقع ہوتا ہے اور کرنٹ پیدا ہوتا ہے، گیلوانک یا وولٹیک سیل کہلاتا

ہے۔ڈینیل سیل اس کی ایک مثال ہے۔

اے وولٹا (1745-1827) اٹلی کا رہنے والا ماہر طبیعیات تھا جو 1800 میں پہلا الیکٹرک سیل بنانے کی وجہ سے مشہور ہے۔

7.5.3.1 ڈینیل سیل کی تیاری (Construction of a Daniel Cell)

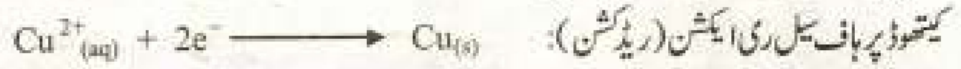
گیلوانک سیل دو سیلز پر مشتمل ہوتا ہے اور ہر ایک سیل ہاف سیل (half-cell) کہلاتا ہے۔ یہ دونوں ہاف سیل ایک ''سالٹ برج (salt bridge)'' کے ذریعے جُڑے ہوتے ہیں۔ ہر ہاف سیل میں ایک الیکٹروڈ اس کے اپنے ہی 1M سلوشن میں ڈبویا جاتا ہے۔ دونوں ہاف سیلز کو ایک تار کے ذریعے بیرونی سرکٹ سے جوڑا جاتا ہے۔ شکل نمبر 7.3 میں ایک گیلوانک سیل دکھایا گیا ہے۔

شکل نمبر 7.3: ڈینیل سیل

اس سیل کا بایاں ہاف سیل زنک کے ایک الیکٹروڈ پر مشتمل ہے جو زنک سلفیٹ کے 1M کنسنٹریشن والے سلوشن میں ڈبویا گیا ہے۔ دایاں ہاف سیل کاپر الیکٹروڈ پر مشتمل ہے جس کو کاپر سلفیٹ کے 1M سلوشن میں ڈبویا گیا ہے۔ سالٹ برج انگریزی حروفِ تہجی 'U' شکل شیشے کی ٹیوب ہے۔ اس میں کسی طاقتور الیکٹرولائٹ کا کنسنٹریٹڈ سلوشن بھرا ہوتا ہے جو ایک جیلی نما مادے سے روکا گیا ہوتا ہے۔ اس U شکل کی ٹیوب کے سرے مسام دار مادے سے بند کر دیے جاتے ہیں۔ اس ''سالٹ برج'' کا بنیادی کام آئنز کو مائگریشن (migration) کے لیے راستہ دے کر دونوں ہاف سیلز کے سلوشنز کو نیوٹرل رکھنا ہوتا ہے۔

7.5.3.2 سیل کا طریقہ کار (Working of the Cell)

زنک میٹل میں کاپر میٹل سے زیادہ تیزی سے الیکٹرون خارج کرنے کا رجحان ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے زنک الیکٹروڈ پر آکسیڈیشن ہوتی ہے۔ اس الیکٹروڈ سے الیکٹرونز بیرونی سرکٹ کے ذریعے کاپر الیکٹروڈ کی طرف جاتے ہیں۔ سلوشن کے کاپر آئنز ان الیکٹرونز کو حاصل کر کے الیکٹروڈ پر جمع ہوتے رہتے ہیں۔ دونوں الیکٹروڈز پر متعلقہ آکسیڈیشن اور ریڈکشن کے مراحل جاری رہتے ہیں۔

اینوڈ پر ہاف سیل ری ایکشن (آکسیڈیشن): $Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

کیتھوڈ پر ہاف سیل ری ایکشن (ریڈکشن): $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$

گیلوانک ری ایکشن ان دونوں ہاف سیلز ری ایکشنز کا مجموعہ ہے۔

$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

ریڈاکس (redox) ری ایکشن کے نتیجے میں الیکٹرک کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ گاڑیاں سٹارٹ کرنے، کیلکولیٹرز اور کھلونے چلانے اور بلب روشن کرنے کے لیے استعمال ہونے والی بیٹریاں اسی اصول پر کام کرتی ہیں۔

الیکٹرولیٹک اور گیلوانک سیلز کا موازنہ

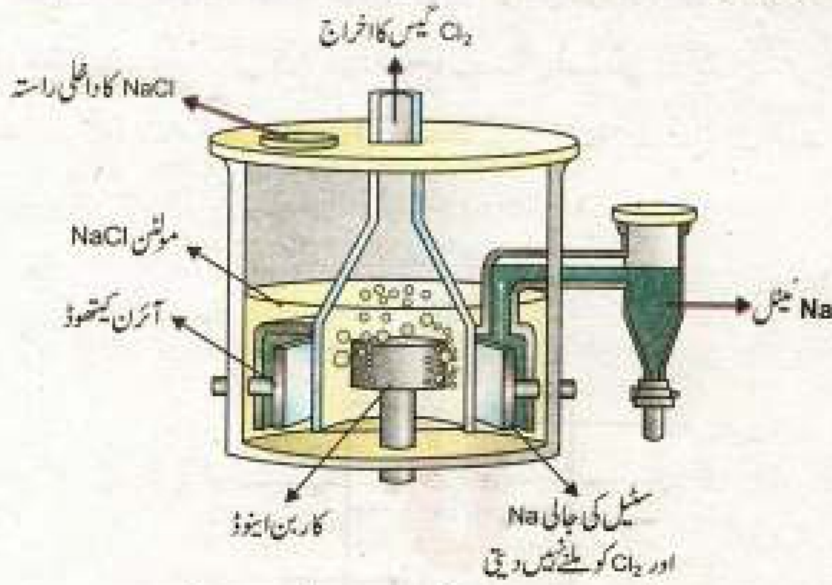
الیکٹرولیٹک سیل	گیلوانک سیل
i- یہ ایک مکمل سیل پر مشتمل ہوتا ہے جو بیٹری سے جڑا ہوتا ہے۔	یہ دو ہاف سیلز پر مشتمل ہوتا ہے جن کو سالٹ برج کے ذریعے جوڑا جاتا ہے۔
ii- اینوڈ پر پوزیٹیو چارج جبکہ کیتھوڈ پر نیگیٹیو چارج ہوتا ہے۔	اینوڈ پر نیگیٹیو چارج جبکہ کیتھوڈ پر پازیٹیو چارج ہوتا ہے۔
iii- الیکٹریکل انرجی کو کیمیکل انرجی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔	کیمیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کیا جاتا ہے۔
iv- نان سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن کے لیے کرنٹ استعمال کیا جاتا ہے۔	ریڈاکس ری ایکشن خود بخود واقع ہوتا ہے اور اسکے نتیجے میں کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔

i- طاقتور الیکٹرولائٹس اچھے کنڈکٹرز کیوں تصور کیے جاتے ہیں؟
ii- کیا نان الیکٹرولائٹس سلوشن میں آئنز بناتے ہیں؟
iii- کمزور اور طاقتور الیکٹرولائٹس میں کیا فرق ہے؟
iv- درج ذیل کمپاؤنڈز میں سے طاقتور یا کمزور الیکٹرولائٹ کی نشاندہی کریں:
$CuSO_4$, H_2CO_3 , $Ca(OH)_2$, HCl, $AgNO_3$
v- نان سپانٹینیس ری ایکشنز کو کون سی فورس متحرک کرتی ہے؟
vi- الیکٹرولیٹک سیل میں کون سا کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے؟
vii- الیکٹرولیٹک سیل کے اینوڈ پر کس قسم کا کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے؟
viii- الیکٹرولیٹک سیل میں پوزیٹیو چارج والا الیکٹروڈ اینوڈ کیوں کہلاتا ہے؟
ix- پانی کی الیکٹرولیسز میں H^+ آئنز کس ٹرمینل کی طرف جاتے ہیں؟
x- پانی کی الیکٹرولیسز کے دوران آکسیجن کہاں پیدا ہوتی ہے؟
xi- کیٹائنز الیکٹرولیٹک سیل کے کس الیکٹروڈ کی طرف جاتے ہیں؟ اور یہ یہاں کیا کام کرتے ہیں؟
xii- گیلوانک سیل کے ہاف سیلز کو کیسے جوڑا جاتا ہے؟ سالٹ برج کا کیا کام ہوتا ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 7.4

7.6 الیکٹروکیمیکل صنعتیں (ELECTROCHEMICAL INDUSTRIES)

7.6.1 پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ سے سوڈیم میٹل کی تیاری
(Manufacture of Sodium Metal from Fused NaCl)

صنعتی پیمانے پر سوڈیم میٹل پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کی ڈاؤنز سیل میں الیکٹرولیسز کے ذریعے تیار کی جاتی ہے۔ یہ الیکٹرولیٹک سیل ایک سرکولر فرنس (circular furnace) کی طرح ہوتا ہے۔ اس کے درمیان گریفائٹ کا ایک بڑا ٹکڑا ہوتا ہے جو اینوڈ کے طور پر کام کرتا ہے جبکہ اس کے اردگرد آئرن کا کیتھوڈ ہوتا ہے جیسا کہ شکل 7.4 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 7.4 سوڈیم میٹل کی تیاری کے لیے ڈاؤنز سیل

7.6.1.1 ڈاؤنز سیل کا طریقہ کار (Working of Downs Cell)

پگھلا ہوا سوڈیم کلورائڈ Na^+ اور Cl^- کے آئنز پیدا کرتا ہے جو کرنٹ گزرنے پر اپنے متعلقہ الیکٹروڈ پر چلے جاتے ہیں۔ ان الیکٹروڈز کو سٹیل کی جالی کے ذریعے الگ رکھا جاتا ہے تاکہ یہ پروڈکٹس آپس میں مل نہ سکیں۔ Cl^- آئنز آکسیڈائزڈ ہو کر اینوڈ پر کلورین بناتا ہے۔ یہ گیس اینوڈ پر مخروطی شکل کے اُلٹے برتن میں جمع ہو جاتی ہے، جبکہ Na^+ ریڈیوسڈ ہو کر سوڈیم میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ پگھلی ہوئی سوڈیم میٹل پگھلے ہوئے نمک کے بھاری مکسچر پر تیرتی رہتی ہے۔ جہاں سے اسے ایک ٹیوب میں اکٹھا کر لیا جاتا ہے۔ پگھلے ہوئے سوڈیم کلورائڈ کی الیکٹرولیسز کے دوران درج ذیل ری ایکشنز واقع ہوتے ہیں:

پگھلا ہوا NaCl آئنز میں بدل جاتا ہے۔

$$2NaCl_{(s)} \rightleftharpoons 2Na^+_{(l)} + 2Cl^-_{(l)}$$

اینوڈ پر ہاف سیل ری ایکشن (آکسیڈیشن)

$$2Cl^-_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

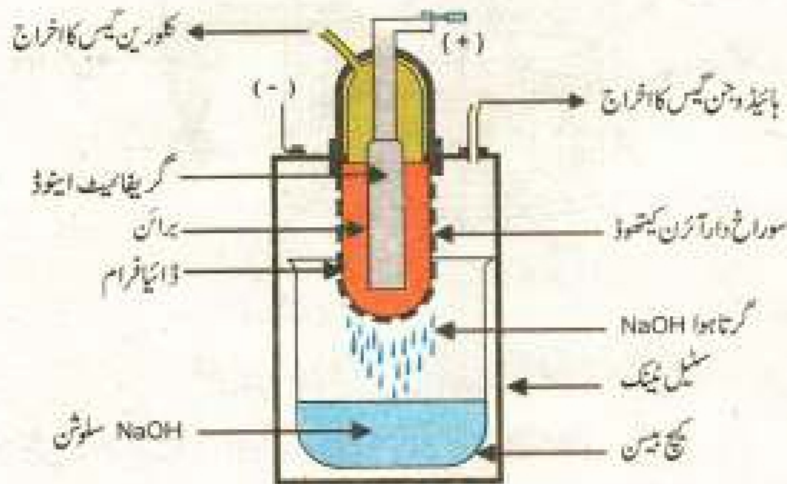
کیتھوڈ پر ہاف سیل ری ایکشن (ریڈکشن)

$$2Na^{+}_{(l)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Na_{(l)}$$

مکمل ری ایکشن ان دونوں ہاف سیلز ری ایکشنز کا مجموعہ ہوتا ہے:

$$2NaCl_{(fused)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2Na_{(l)}$$

7.6.2 برائن سے سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ (NaOH) کی تیاری
(Manufacture of NaOH from Brine)

صنعتی پیمانے پر کاسٹک سوڈا اور سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ (NaOH) نیلسن سیل میں سوڈیم کلورائیڈ کے سلوشن جسے برائن کہتے ہیں، کی الیکٹرولیسز سے تیار کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل 7.5 میں دکھایا گیا ہے، یہ سیل ایک سٹیل کے ٹینک پر مشتمل ہوتا ہے، جس میں U شکل کے آئرن کے سوراخ دار کیتھوڈ کے مرکز میں گریفائٹ اینوڈ لٹکا ہوتا ہے۔ آئرن کیتھوڈ کے اندر کی طرف اسبسٹوس (asbestos) ڈایافرام لگا ہوتا ہے۔ برائن الیکٹرولائٹ آئرن کے کیتھوڈ کے اندر موجود ہوتا ہے۔

شکل 7.5 سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کی پیداوار کی نیلسن سیل

7.6.2.1 نیلسن سیل کے کام کا طریقہ (Working of Nelson's Cell)

سوڈیم کلورائیڈ کے ایکوئس سلوشن میں Na^{+}، Cl^{-}، H^{+} اور OH^{-} آئنز موجود ہوتے ہیں۔ یہ آئنز اپنے متعلقہ الیکٹروڈ کی طرف حرکت کرتے ہیں اور متعلقہ الیکٹروڈز پر ریڈاکس ری ایکشنز واقع ہوتے ہیں۔ جب الیکٹرولیسز ہوتا ہے تو Cl^{-} اینوڈ پر ڈسچارج ہوتے ہیں اور کلورین گیس سیل کے اوپری حصے میں گنبد (dome) کی طرف بلند ہوتی ہے۔ H^{+} آئنز کیتھوڈ پر ڈسچارج ہوتے ہیں اور ہائیڈروجن گیس پائپ کے ذریعے باہر نکل جاتی ہے۔ سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ آہستہ آہستہ جالی سے چھن کر بیسن میں جمع ہوتا رہتا ہے۔

برائن میں بننے والے آئنز

$$2NaCl_{(aq)} \longrightarrow 2Na^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

اینوڈ پر آکسیڈیشن:

$$2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

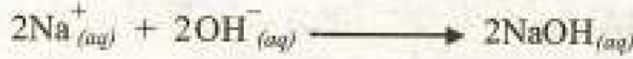
کیتھوڈ پر ریڈکشن:

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

$$2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)}$$

مکمل ری ایکشن:

$$2NaCl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + Cl_{2(g)} + 2NaOH_{(aq)}$$

خود تشخیصی سرگرمی 7.5

i- ڈاؤنز سیل کا اینوڈ جس نان میٹل سے بنا ہوتا ہے، اس کا کیا نام ہے؟ اس اینوڈ کا کیا کام ہوتا ہے؟
ii- ڈاؤنز سیل میں سوڈیم میٹل کہاں جمع ہوتی ہے؟
iii- ڈاؤنز سیل میں پیدا ہونے والے بائی پروڈکٹس کون سے ہیں؟
iv- کیا ڈاؤنز سیل اور نیلسن سیل کے اینوڈ کسی ایلیمنٹ کے بنے ہوتے ہیں؟ اگر ہاں تو اس کا کیا نام ہے؟
v- نیلسن سیل میں کیتھوڈ کی شکل کیسی ہوتی ہے؟
vi- نیلسن سیل میں کیتھوڈ پر کون سے آئنز ڈسچارج ہوتے ہیں اور کیتھوڈ پر کیا پیدا ہوتا ہے؟

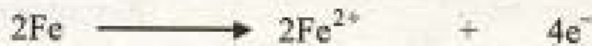
7.7 کروژن اور اس سے بچاؤ (CORROSION AND ITS PREVENTION)

کروژن (corrosion) کسی میٹل کا اردگرد کے ماحول کی وجہ سے کروڈ (corrode) ہونے کا نام ہے۔ یہ ریڈاکس ری ایکشن ہے جو میٹلز میں ہوا اور نمی کے ایکشن کے نتیجے میں ہوتا ہے۔ اس کی عام مثال آئرن کو زنگ لگنا ہے۔

7.7.1 لوہے کو زنگ لگنا (Rusting of Iron)

کروژن ایک عام اصطلاح ہے لیکن آئرن کے کروژن کے عمل کو "زنگ لگنا" کہتے ہیں۔ آئرن کو زنگ لگنے کے لیے نمی والی ہوا اہم شرط ہے۔ اب ہم زنگ لگنے کے عمل کا مطالعہ کیمسٹری کی رو سے کرتے ہیں۔

آئرن کی سطح پر دھبے اور خراشیں اس عمل کے وقوع پذیر ہونے کے لیے موقع فراہم کرتے ہیں۔ اسے "اینوڈک ریجن (anodic region)" کہا جاتا ہے، اور یہاں درج ذیل ریڈاکس ری ایکشن ہوتا ہے۔

$$2Fe \longrightarrow 2Fe^{2+} + 4e^-$$

الیکٹرونز خارج ہونے کی وجہ سے اس کو نقصان پہنچتا ہے۔ آزاد الیکٹرونز آئرن شیٹ میں آزادانہ حرکت کرتے ہیں۔ جب وہ اس مقام پر پہنچتے ہیں جہاں پانی میں آکسیجن کی کنسنٹریشن زیادہ ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل (7.6) سے ظاہر ہے۔ یہ مقام بطور کیتھوڈ کام کرتا ہے تو الیکٹرونز H^+ آئن کی موجودگی میں آکسیجن مالیکیولز کو ریڈیوس کرتے ہیں

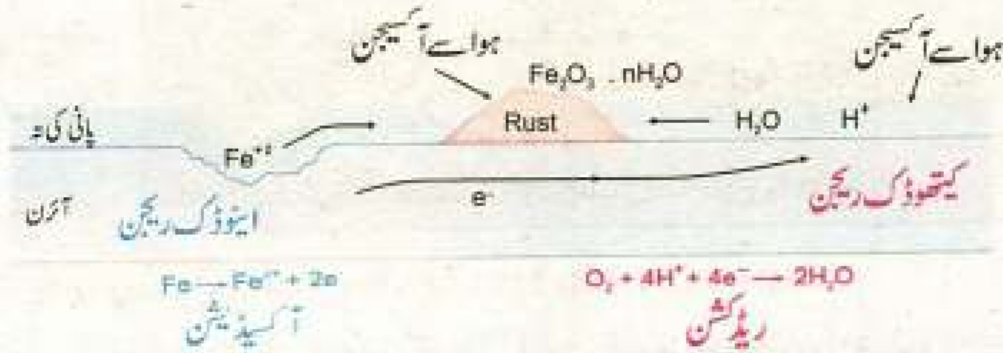
$$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

ہائیڈروجن آئنز کاربونک ایسڈ پیدا کرتا ہے جو پانی میں کاربن ڈائی آکسائیڈ کی موجودگی کی وجہ سے بنتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ تیزابی اشیاء زنگ لگنے کے عمل کو تیز کردیتی ہیں۔ مکمل ریڈاکس کا عمل زنگ پیدا کیے بغیر پورا ہو جاتا ہے۔

$$2Fe_{(s)} + O_{2(g)} + 4H^{+}_{(aq)} \longrightarrow 2Fe^{+2}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

یوں بننے والے Fe^{+2} آئنز پانی میں پگھل جاتے ہیں اور آکسیجن کے ساتھ مل کر $Fe_2O_3.nH_2O$ بناتے ہیں جسے زنگ کہتے ہیں۔ یہ بھی ریڈاکس ری ایکشن ہے۔

$$2Fe^{+2}_{(aq)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} + (2+n)H_2O_{(l)} \longrightarrow Fe_2O_3 . nH_2O_{(s)} + 4H^{+}_{(aq)}$$

آئرن کے زنگ کی تہ بھربھری ہوتی ہے اور مزید زنگ لگنے کو نہیں روک سکتی۔ اس طرح زنگ لگنے کا عمل جاری رہتا ہے یہاں تک کہ آئرن کا سارا ٹکڑا زنگ آلود ہو کر گل جاتا ہے۔

شکل 7.6 لوہے (آئرن) کو زنگ لگنا

کیا ایلومینیم کو زنگ لگتا ہے؟

ایلومینیم ٹوٹتا پھوٹتا رہتا ہے لیکن اس کو زنگ نہیں لگتا۔ زنگ صرف آئرن اور سٹیل کو لگتا ہے۔ ایک بہت ہی سخت شے ایلومینیم آکسائڈ، ایلومینیم کو کروژن سے محفوظ رکھتا ہے۔ اس کے مقابلے میں جب آئرن کا کروژن ہوتا ہے تو اس کا رنگ تبدیل ہو جاتا ہے اور بڑی بڑی سرخ رنگ کی زنگ کی تہ اوپر جم جاتی ہے۔ زنگ کا پھیلاؤ اور جمی ہوئی تہ آئرن کو مزید زنگ لگنے کا سبب بنتی ہے۔

7.7.2 کروژن سے بچاؤ (Prevention of Corrosion)

7.7.2.1 دھبوں کا خاتمہ (Removal of stains)

آئرن پر موجود دھبے ہی زنگ لگنے کی اہم جگہ ہیں۔ اگر آئرن کی سطح کو اچھی طرح صاف رکھا جائے اور اس پر دھبوں کو ختم کیا جائے تو اس کو زنگ لگنے سے بچایا جاسکتا ہے۔

7.7.2.2 رنگ اور گریس کا استعمال (Paints and greasing)

آئرن کی سطح پر گریس لگانے یا رنگ کرنے سے اس کو زنگ سے محفوظ رکھا جاسکتا ہے۔ جدید ٹیکنالوجی کے ذریعے ایسے رنگ

تیار کیے گئے ہیں جو مختلف کیمیکلز جنھیں "سٹیبلائزر" کہا جاتا ہے، کا مجموعہ ہوتے ہیں۔ یہ آئرن کو توڑ پھوڑ اور زنگ سے بچانے کے علاوہ دیگر موسمی اثرات سے بھی محفوظ رکھتے ہیں۔ آئرن پر گریس کی تہ جما کر اسے زنگ آلودگی سے بچایا جاسکتا ہے۔

7.7.2.3 الائنگ (Alloying)

الائے کسی میٹل کا دوسری میٹلز یا نان میٹلز کے ساتھ ہوموجینیس مکسچر ہوتا ہے۔ دوسری میٹلز کے ساتھ آئرن کا الائے بنانا زنگ آلودگی کے خلاف بہت ہی کامیاب تکنیک ثابت ہوئی ہے۔ اس کی بہترین مثال اسٹین لیس سٹیل ہے، جو آئرن، کرومیم اور نکل کا مکسچر ہوتا ہے۔

7.7.2.4 میٹلک کوٹنگ (Metallic coating)

میٹلز کو زنگ سے بچانے کا سب سے بہترین طریقہ ان پر دوسری میٹلز کی کوٹنگ (coating) ہے۔ میٹلز کو زنگ سے بچانے کے لیے ان پر زنک، ٹن اور کرومیم کی کوٹنگ کی جاتی ہے۔ فوڈ انڈسٹری میں یہ تکنیک عام استعمال کی جاتی ہے جہاں خوراک کو ڈبوں میں پیک کیا جاتا ہے۔ آئرن کے ڈبوں کو زیادہ دیر تک محفوظ بنانے کے لیے ان پر ٹن کی تہ چڑھادی جاتی ہے۔ میٹلز کی کوٹنگ کے لیے طبیعی اور الیکٹرولیٹک طریقے استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

1- طبیعی طریقے (Physical Methods)

(a) گیلوانائزنگ یا زنک کوٹنگ (Zinc coating or Galvanizing)

آئرن پر زنک کی ایک باریک تہ جمانے کے عمل کو گیلوانائزنگ (galvanizig) کہا جاتا ہے۔ یہ عمل آئرن کی ایک شیٹ کو زنک کلورائڈ کے باتھ میں ڈبو کر کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد اسے گرم کیا جاتا ہے۔ آئرن کی شیٹ کو نکالنے کے بعد اسے پگھلے ہوئے زنک میں ڈالا جاتا ہے اور پھر اسے ہوا میں ٹھنڈا کر لیا جاتا ہے۔ گیلوانائزنگ کا فائدہ یہ ہے کہ زنک آئرن کی کروژن سے حفاظت کرتا ہے حتیٰ کہ کوٹنگ کی سطح ٹوٹنے کے باوجود بھی زنک کی کوٹنگ موثر رہتی ہے۔

(b) ٹن کوٹنگ (Tin coating)

اس عمل میں آئرن کی صاف شیٹ کو زنک کی بجائے پگھلی ہوئی ٹن میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ پھر اسے گرم رولرز میں سے گزارا جاتا ہے۔ یہ شیٹس مشروبات اور خوراک پیک کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ یہ ٹن صرف اس وقت تک آئرن کی حفاظت کرتی ہے جب تک اس کی حفاظتی تہ صحیح سلامت رہتی ہے۔ جب یہ تہ ٹوٹ جائے تو آئرن کو ہوا اور نمی کی وجہ سے تیزی سے زنگ لگنا شروع ہو جاتا ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 7.6

i- کروژن اور زنگ لگنے میں کیا فرق ہے؟
ii- زنگ لگنے کے عمل سے آئرن کو کیا ہوتا ہے؟
iii- زنگ لگنے کا عمل کتنے ریڈاکس ری ایکشنز میں مکمل ہوتا ہے؟
iv- زنگ آلودگی کے عمل میں آکسیجن کا کیا کردار ہے؟
v- کروژن سے بچاؤ کا سب سے بہترین طریقہ کون سا ہے؟
vi- ''گیلوانائزنگ'' سے کیا مراد ہے؟
vii- ''گیلوانائزنگ'' کا کیا فائدہ ہے؟
viii- جب ٹن کی تہ ٹوٹ جاتی ہے تو آئرن کو زنگ جلدی کیوں لگ جاتا ہے؟
ix- آئرن کو گیلوانائز کرنے کے لیے کون سی میٹل استعمال کی جاتی ہے؟

2- الیکٹرولیٹک طریقہ (الیکٹروپلیٹنگ) Electrolytic Method (Electroplating)

الیکٹرولیسز کے ذریعے ایک میٹل کے اوپر دوسری میٹل کی تہ جمانے کے عمل کو الیکٹروپلیٹنگ کہا جاتا ہے۔ یہ عمل میٹلز کو زنگ سے محفوظ رکھنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ اس سے ان کی شکل وصورت بھی بہتر ہو جاتی ہے۔ الیکٹروپلیٹنگ کے اصول میں دراصل ایک الیکٹرولیٹک سیل بنانا ہوتا ہے، جس میں اینوڈ اس میٹل کو بنایا جاتا ہے، جس کی تہ جمانا مقصود ہو جبکہ اس میٹل کو کیتھوڈ بنایا جاتا ہے، جس پر میٹل کی تہ جمائی جانی ہو، الیکٹرولائٹ متعلقہ میٹل کے سالٹ کا ایکوئس سلوشن ہوتا ہے۔

الیکٹروپلیٹنگ کا طریقہ کار

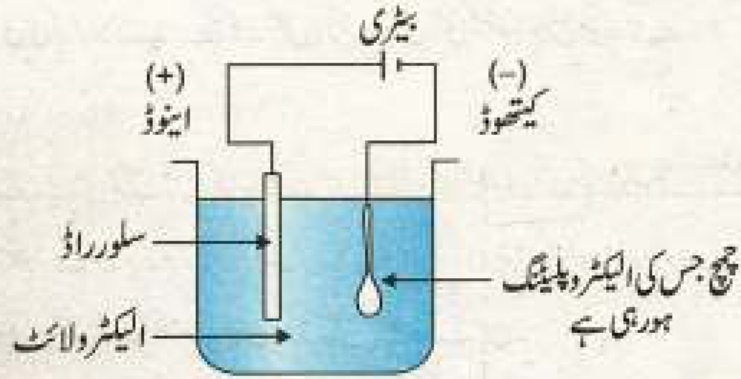
اس عمل کے ذریعے، جس چیز پر الیکٹروپلیٹنگ کرنی ہو پہلے اسے ریت سے صاف کیا جاتا اور کاسٹک سوڈے کے سلوشن سے گزارنے کے بعد پانی سے دھویا جاتا ہے۔ پھر اینوڈ اس میٹل کا بنایا جاتا ہے، جس کی تہ جمانا مقصود ہو جیسے کرومیم، نکل۔ کیتھوڈ اس چیز کا بنایا جاتا ہے جس پر الیکٹروپلیٹنگ کرنا مقصود ہو جیسا کہ آئرن کی شیٹ۔ جبکہ میٹل کا کوئی سالٹ ایک الیکٹرولائٹ ہوتا ہے۔ الیکٹرولیٹک ٹینک سیمنٹ، شیشے یا لکڑی کا بنایا جاتا ہے، جس میں اینوڈ اور کیتھوڈ دونوں کو لٹکا دیا جاتا ہے۔ ان الیکٹروڈز کو ایک بیٹری سے جوڑا جاتا ہے۔ جب کرنٹ گزارا جاتا ہے اینوڈ سے میٹل سلوشن میں حل ہوتی جاتی ہے اور میٹلیک آئنز کیتھوڈ کی طرف بہنا شروع ہو جاتے ہیں اور کیتھوڈ پر جمع ہو جاتے ہیں۔ اس ڈسچارج کے نتیجے میں کیتھوڈ پر متعلقہ چیز پر میٹل کی ایک باریک تہ جم جاتی ہے۔ بعد میں اس شے کو باہر نکال کر صاف کر لیا جاتا ہے۔ الیکٹروپلیٹنگ کی کچھ مثالیں ذیل میں بیان کی گئی ہیں:

(a) سلور کی الیکٹروپلیٹنگ (Electroplating of Silver)

سلور کی الیکٹروپلیٹنگ ایک الیکٹرولیٹک سیل بنا کر کی جاتی ہے۔ خالص سلور کی پٹی کا ایک ٹکڑا اینوڈ کے طور پر کام کرتا ہے۔ جو سلور نائٹریٹ کے سلوشن میں ڈبویا جاتا ہے۔ کیتھوڈ اس شے کا ہوگا جس پر الیکٹروپلیٹنگ کرنی ہو جیسے چمچ۔ جب سیل میں سے کرنٹ گزرتا ہے تو اینوڈ سے Ag^+ آئنز بن کر الگ ہو جاتے ہیں۔ اور یہ کیتھوڈ کی طرف جانا شروع کر دیتے ہیں اور ڈسچارج ہونے کے

بعد اُس شے جیسے چمچ پر جم جاتے ہیں۔ جیسا کہ شکل نمبر 7.7 میں دکھایا گیا ہے کیمیائی عمل کو اس طرح ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

اینوڈ پر: $Ag_{(s)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^{-}$

کیتھوڈ پر: $Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Ag_{(s)}$

شکل نمبر 7.7: ایک چمچ کی الیکٹروپلیٹنگ

سلور (چاندی) کی الیکٹروپلیٹنگ عام طور پر کھانا پکانے کے برتن، چھریاں، کانٹے، زیورات اور سٹیل کی چیزوں پر کی جاتی ہے۔

(b) کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ (Electroplating of Chromium)

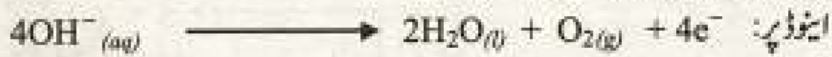
کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ بھی اسی طریقے سے کی جاتی ہے جیسے سلور کی جاتی ہے۔ جس شے پر تہ جمانا مقصود ہو اسے کرومیم سلوشن یعنی کرومیم سلفیٹ کے سلوشن میں ڈبو دیا جاتا ہے جس میں تھوڑا سا سلفیورک ایسڈ ہوتا ہے جو الیکٹرولائٹ کے طور پر کام کرتا ہے۔ جس چیز پر الیکٹروپلیٹنگ کرنی ہو اُسے کیتھوڈ بنایا جائے گا جبکہ اینوڈ اینٹی مونیل لیڈ (antimonial lead) سے بنایا جاتا ہے۔ الیکٹرولائٹ آئنز میں تبدیل ہو جاتا ہے اور Cr^{+3} آئنز مہیا کرتا ہے جو ریڈیوس ہو کر کیتھوڈ پر جم جاتے ہیں۔

الیکٹرولائٹ درج ذیل آئنز پیدا کرتا ہے:

$$Cr_2(SO_4)_{3(s)} \xrightarrow{\text{water}} 2Cr^{3+}_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

الیکٹروڈ پر درج ذیل ری ایکشنز ہوتے ہیں۔

اینوڈ پر: $4OH^{-}_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e^{-}$

کیتھوڈ پر: $Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow Cr_{(s)}$

چونکہ کرومیم براہ راست سٹیل کی سطح پر ٹھیک طرح سے نہیں جم پاتا مزید یہ کہ اس میں سے نمی گزر سکتی ہے جس سے میٹل اُتر سکتی ہے، اس لیے آسانی کی خاطر سٹیل کو پہلے نکل یا کاپر سے پلیٹ (plate) کیا جاتا ہے کیونکہ نکل یا کاپر چپکنے کی زیادہ طاقت رکھتے ہیں۔ اس کے بعد کرومیم کی پلیٹنگ کی جاتی ہے جو نکل یا کاپر کی تہ کے اوپر جم کر زیادہ دیر تک قائم رہ سکتی ہے۔ اس قسم کی الیکٹروپلیٹنگ زنگ کو روکتی ہے اور اُس چیز کو چمک بھی دیتی ہے۔

(c) زنک کی الیکٹروپلیٹنگ (Electroplating of Zinc)

زنک کی الیکٹروپلیٹنگ کے لیے ٹارگٹ میٹل کو پہلے الکائن ڈیٹرجنٹ کے سلوشنز میں صاف کیا جاتا ہے۔ پھر اس کی سطح سے زنگ یا دھبے وغیرہ دور کرنے کے لیے تیزاب استعمال کیا جاتا ہے۔ اب زنک کو میٹل پر جمانے کے لیے اسے زنک سلفیٹ کے محلول والے کیمیکل باتھ میں ڈبویا جاتا ہے۔ ڈی سی کرنٹ دینے سے زنک میٹل ٹارگٹ میٹل یعنی کیتھوڈ پر جمع ہو جاتا ہے۔

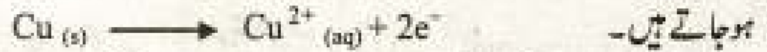
(d) ٹن کی الیکٹروپلیٹنگ (Electroplating of Tin)

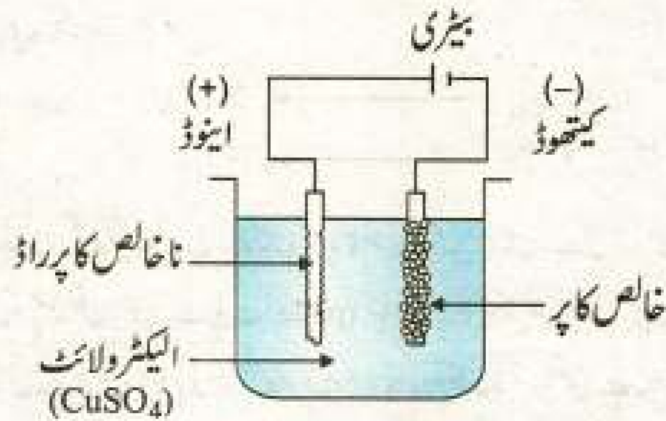
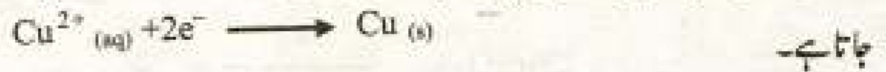
عام طور پر سٹیل کو ٹن پلیٹنگ کے لیے اس ٹینک میں رکھا جاتا ہے جس میں ٹن کا الیکٹرولائٹ موجود ہوتا ہے۔ سٹیل کو ایک الیکٹریکل سرکٹ کے ساتھ جوڑا جاتا ہے جو کیتھوڈ کے طور پر کام کرتا ہے جبکہ ٹن کا بنا ہوا الیکٹروڈ اینوڈ کے طور پر کام کرتا ہے۔ جب سرکٹ سے کرنٹ گزرتا ہے تو سلوشن میں موجود ٹن میٹل کے آئنز ریڈیوس ہو کر سٹیل پر جم جاتے ہیں۔

(e) کاپر کی الیکٹرولیٹک ریفائننگ (Electrolytic refining of Copper)

الیکٹرولیٹک سیل میں ناخالص کاپر کی ریفائننگ (refining) الیکٹرولیٹک طریقے سے کی جاتی ہے۔ یہاں ناخالص کاپر اینوڈ کے طور پر اور خالص کاپر بطور کیتھوڈ کام کرتا ہے جیسا کہ شکل 7.8 میں دکھایا گیا ہے۔ کاپر سلفیٹ کا پانی میں سلوشن الیکٹرولائٹ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

اینوڈ پر آکسیڈیشن کا عمل ہوتا ہے۔ ناخالص کاپر راڈ سے کاپر کے ایٹم اینوڈ کو الیکٹرونز دیتے ہیں اور کاپر آئنز کے طور پر ہو جاتے ہیں۔

$$Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

کیتھوڈ پر ریڈکشن کا عمل ہوتا ہے۔ محلول میں موجود کاپر آئنز کیتھوڈ کی طرف کھنچتے ہیں۔ جہاں وہ کیتھوڈ سے الیکٹرون حاصل کر کے نیوٹرل ہو جاتے ہیں اور وہیں پر جمع ہو جاتے ہیں۔ اس عمل کے دوران ناخالص کاپر ختم ہو جاتا ہے جبکہ خالص کاپر کیتھوڈ پر جمع ہو جاتا ہے۔

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$$

شکل 7.8 الیکٹرلیٹک سیل میں کاپر کی ریفائننگ

خود تشخیصی سرگرمی 7.7

i- الیکٹروپلیٹنگ کی تعریف کریں۔
ii- زنک کی الیکٹروپلیٹنگ کیسے کی جاتی ہے؟
iii- الیکٹروپلیٹنگ میں کیتھوڈ بنانے کے لیے کونسی شے استعمال کی جاتی ہے؟
iv- الیکٹروپلیٹنگ کے دوران اینوڈ ایسی میٹل سے کیوں بنایا جاتا ہے جس کو وہاں جمع کرنا ہوتا ہے؟

ایلومینیم اور آئرن میٹلز پر بننے والے Al_2O_3 اور Fe_2O_3 کے اثرات کا موازنہ

ایلومینیم میں کروژن کا رجحان زیادہ ہے۔ تاہم ایلومینیم کا کروژن سے بننے والا کمپاؤنڈ ایلومینیم آکسائیڈ (Al_2O_3) ہے جو ایک سخت مادہ ہوتا ہے اور ایلومینیم کو مزید کروژن سے محفوظ رکھتا ہے۔ ایلومینیم کا زنگ ایلومینیم جیسا ہی ہوتا ہے اور آئرن کے زنگ کے مقابلے میں زیادہ نقصان دہ نہیں ہوتا۔ اس لیے اس کی زیادہ توجہ نہیں کی جاتی ہے۔ جب آئرن کو زنگ لگتا ہے تو اس کا رنگ بدل جاتا ہے اور کروژن پھیلتا ہے۔ پھیلاؤ اور رنگ میں تبدیلی سے آئرن پر سرخ رنگ کی بڑی بڑی تہ بنتی ہیں جسے ہم زنگ کہتے ہیں۔ ایلومینیم آکسائیڈ کے برعکس آئرن زنگ میں پھیلاؤ اور تہ بننے کے عمل سے آئرن کا نیا حصہ ظاہر ہو جاتا ہے جس سے اس کو بھی زنگ لگتا جاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ آئرن میں زنگ کے عمل کو روکنے کے لیے تدبیر بہت ضروری ہے۔

کیمسٹری کا فوٹوگرافی سے تعلق

انیسویں صدی کی ابتدا میں فوٹوگرافر خام تصویریں ایسے کاغذوں کو استعمال میں لا کر بناتے تھے جو سلور نائٹریٹ یا سلور کلورائڈ میں ڈھانپے ہوئے ہوتے تھے۔ فوٹوگرافک پلیٹ پر روشنی پڑنے سے کیمیکل ری ایکشن شروع ہوتا تھا۔ وہ حصہ جہاں روشنی پڑتی گہرا ہو جاتا لیکن اس کا انحصار روشنی پڑنے کے دورانیے اور مقدار پر ہوتا تھا۔ بعد میں اس پلیٹ کو تصویر ظاہر کرنے کے لیے ڈویلپ کیا جاتا تھا۔ اس وقت کی تصویریں وقت گزرنے کے ساتھ زیادہ گہری ہوتی جاتی تھیں کیونکہ ان پر کیمیکل ری ایکشن جاری رہتا تھا۔ بعد میں بہتر تصویریں بنانے کے لیے مرکری کے بخارات کے استعمال کا طریقہ بھی رائج رہا۔ پھر سوڈیم ہائپوسلفائیٹ ($Na_2S_2O_3$) میں دھو کر بھی تصویریں تیار کی جاتی رہیں۔ اس سے جہاں روشنی نہیں پڑتی تھی، اس حصے سے سلور آیوڈائڈ اتر جاتا تھا اور یوں مزید ری ایکشن رک جاتا تھا۔ اگرچہ اب زیادہ جدید ٹیکنالوجی آ گئی ہے لیکن اب بھی سلور کی بنیاد پر ہونے والی فوٹوگرافی میں بنیادی طریقے استعمال وہی کیے جاتے ہیں۔

آرائشی اور روزمرہ کی اشیا جن میں سلور موجود ہوتا ہے، اپنی خصوصیات میں اور پائیداری میں کافی مختلف ہوتی ہیں۔ ان کی پائیداری کا انحصار اس پر ہوتا ہے کہ آیا یہ ٹھوس ہیں، سلور کے ساتھ پوری طرح پلیٹ کی گئی ہیں یا کم پلیٹ کی گئی ہیں؟

خالص سلور جسے فائن سلور بھی کہتے ہیں نسبتاً نرم، بہت ہی ملائم اور آسانی سے خراب ہو جاتا ہے۔ اس لیے عام طور پر زیادہ پائیدار اشیا تیار کرنے کے لیے اسے دوسری میٹلز کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔ ان بھرتوں میں سٹرلنگ سلور (sterling silver) سب سے زیادہ مقبول ہے۔ یہ 92.5 فی صد سلور اور 7.5 فی صد کاپر پر مشتمل ہوتا ہے۔ اگرچہ سٹرلنگ کا 7.5 فی صد نان سلور حصہ کوئی بھی میٹل بن سکتی ہے مگر صدیوں کے تجربات سے یہ ثابت ہوا ہے کہ کاپر اس کا سب سے بہترین ساتھی ہے کیونکہ یہ سلور کے خوبصورت رنگ کو متاثر کیے بغیر اس کے سخت پن اور پائیداری کو بہتر بناتا ہے۔ سٹرلنگ میں ملائی جانے والی کاپر کی تھوڑی سی مقدار سے اس میٹل کی قدر و قیمت پر بالکل تھوڑا سا فرق پڑتا ہے۔ البتہ اسے بنانے میں درکار محنت، کاریگر کی مہارت اور ڈیزائن کی خوبصورتی سے اس کی قیمت پر خاصا فرق پڑتا ہے۔ ہوا میں سلور کی چمک کو محفوظ رکھنے کے لیے بڑی احتیاط کرنی چاہیے۔ (جب سلور ارد گرد کی ہوا میں سلفر اور ہائیڈروجن سلفائڈ سے کیمیکل ری ایکشن کرتا ہے تو قدرتی طور پر یہ داغدار یا میلا ہو جاتا ہے)۔ اسی طرح ایک میٹل کو دوسری میٹل سے ڈھانپنے کا فن بھی سلور پلیٹنگ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ کسی چیز کی نوعیت کو مدنظر رکھ کر ہی کسی میٹل پر سلور کی موٹی تہ رکھی جاتی ہے۔ یہ پلیٹنگ آرائشی مقاصد کے علاوہ چند صنعتوں میں بھی استعمال ہوتی ہے۔

اہم نکات

- آکسیڈیشن میں آکسیجن کا حصول، ہائڈروجن کا اخراج یا کسی ایلیمنٹ کے الیکٹرون کا خارج ہونا شامل ہے۔ اس سے آکسیڈیشن نمبر بڑھ جاتا ہے۔
- ریڈکشن کے دوران ہائڈروجن کا حصول، آکسیجن کا اخراج یا کوئی ایلیمنٹ الیکٹرون حاصل کرتا ہے۔ اس کے نتیجے میں آکسیڈیشن نمبر کم ہوتا ہے۔
- آکسیڈیشن نمبر کسی ایٹم پر موجود چارج ہوتا ہے۔ یہ پوزیٹیو یا نیگیٹیو ہوتا ہے۔
- آکسیڈائزنگ ایجنٹس ایسی اشیا یا انواع ہوتی ہیں جو دوسرے ایلیمنٹس کی آکسیڈیشن کر کے خود کی ریڈکشن کرتی ہیں۔ نان میٹلز آکسیڈائزنگ ایجنٹس ہیں۔
- ریڈیوسنگ ایجنٹس ایسی انواع ہیں جو دوسرے ایلیمنٹس کی ریڈکشن کر کے خود اپنی آکسیڈیشن کرتی ہیں۔ میٹلز ریڈیوسنگ ایجنٹس ہیں۔
- ایسے کیمیکل ری ایکشنز جن میں انواع کی آکسیڈیشن سٹیٹ تبدیل ہو جائے انہیں ریڈاکس (redox) ری ایکشنز کہتے ہیں۔ ریڈاکس ری ایکشن میں ایک ہی وقت پر آکسیڈیشن اور ریڈکشن دونوں ری ایکشنز وقوع پذیر ہوتے ہیں۔
- وہ عمل جس میں الیکٹریسٹی کسی کمپاؤنڈ کی تحلیل کے لیے استعمال کی جائے، الیکٹرولیسز کہلاتا ہے۔ یہ الیکٹرولیٹک سیل میں ہوتا ہے جیسے ڈاؤنز سیل اور نیلسن سیل وغیرہ۔
-
- نیلسن سیل میں سوڈیم ہائڈروآکسائڈ (NaOH) برائن سے تیار کیا جاتا ہے۔
- کروژن ایک سست اور مسلسل ہونے والا عمل ہے جس میں اردگرد کا ماحول میٹل کو آہستہ آہستہ کھا جاتا ہے۔ اس کی سب سے عام مثال لوہے کو زنگ لگنا ہے۔
- زنگ آلودگی کا اصول الیکٹروکیمیکل ریڈاکس ری ایکشن کی طرح ہے جس میں آئرن اینوڈ کا کام دیتا ہے۔ آئرن کو زنگ $(Fe_2O_3 . nH_2O)$ میں بدلنے کے لیے آئرن کی آکسیڈیشن ہوتی ہے۔
- کروژن کو کئی طریقوں سے روکا جاسکتا ہے۔ سب سے اہم طریقہ الیکٹروپلیٹنگ ہے۔
- الیکٹروپلیٹنگ کے ذریعے ایک میٹل کو کسی دوسری میٹل کے اوپر تہ کی صورت میں جماتے ہیں۔
- آئرن پر ٹن، زنک، سلور یا کرومیم سے الیکٹروپلیٹنگ کی جاسکتی ہے

مشق

کثیرالانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1- ازخود واقع ہونے والا کیمیکل ری ایکشن کس سیل میں ہوتا ہے؟

(a) الیکٹرولیٹک سیل (b) گیلوانک سیل (c) نیلسن سیل (d) ڈاؤنز سیل

2- ہائڈروجن اور آکسیجن سے پانی کا بننا کونسا کیمیکل ری ایکشن ہے؟

(a) ریڈاکس (Reox) (b) اساس۔تیزاب کاری ایکشن (c) نیوٹرلائزیشن (d) تحلیل

3- درج ذیل میں سے کونسا الیکٹرولیٹک سیل نہیں؟

(a) ڈاؤنز سیل (b) گیلوانک سیل (c) نیلسن سیل (d) a اور c دونوں

4- $K_2Cr_2O_7$ میں کرومیم کا آکسیڈیشن نمبر کیا ہوتا ہے؟

(a) +2 (b) +6 (c) +14 (d) +7

5- درج ذیل میں سے کونسا الیکٹرولائٹ نہیں ہے؟

(a) شوگر کا سلوشن (b) سلفیورک ایسڈ کا سلوشن

(c) چونے کا سلوشن (d) سوڈیم کلورائڈ کا سلوشن

6- کروژن کی سب سے عام مثال کون سی ہے؟

(a) کیمیکل توڑ پھوڑ (b) لوہے کو زنگ لگنا

(c) ایلومینیم کو زنگ لگنا (d) ٹن کو زنگ لگنا

7- نیلسن سیل گیسوں کے ساتھ ساتھ کاسٹک سوڈا تیار کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں درج ذیل میں سے کون سی گیس کیتھوڈ پر پیدا ہوتی ہے؟

(a) Cl_2 (b) H_2 (c) O_3 (d) O_2

8- ہائڈروجن اور آکسیجن سے پانی بننے کے عمل کے دوران درج ذیل میں سے کیا واقع نہیں ہوتا؟

(a) ہائڈروجن کی آکسیڈیشن (b) آکسیجن کی ریڈکشن

(c) آکسیجن کا الیکٹرون حاصل کرنا (d) ہائڈروجن کا آکسیڈائزنگ ایجنٹ کے طور پر کام کرنا

9- زنگ کا فارمولا کیا ہے؟

(a) $Fe_2O_3 .nH_2O$ (b) Fe_2O_3 (c) $Fe(OH)_3 .nH_2O$ (d) $Fe(OH)_3$

10- زنک اور ہائیڈروکلورک ایسڈ کے درمیان ریڈاکس (Redox) ری ایکشن کے دوران آکسیڈائزنگ ایجنٹ کون سا ہوتا ہے؟

(a) Zn (b) H^+ (c) Cl^- (d) H_2

مختصر سوالات

1- الیکٹرون کے حوالے سے آکسیڈیشن کی تعریف کریں۔ مثال بھی دیں۔

2- آکسیجن یا ہائیڈروجن کے اخراج یا حصول کے حوالے سے ریڈکشن کی تعریف کریں۔ مثال بھی دیں۔

3- ویلنسی اور آکسیڈیشن سٹیٹ میں کیا فرق ہے؟

4- طاقتور اور کمزور الیکٹرولائٹس میں فرق واضح کریں۔

5- آکسیڈائزنگ اور ریڈیوسنگ ایجنٹس کے درمیان فرق بیان کریں۔

6- سٹیل برتن کی الیکٹروپلیٹنگ کیسے کی جاتی ہے؟

7- سٹیل پر کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ سے پہلے نکل کی الیکٹروپلیٹنگ کیوں کی جاتی ہے؟

8- آپ مندرجہ ذیل کیمیکل ری ایکشن میں آکسیڈیشن نمبر میں اضافے کے حوالے سے کیسے بیان کر سکتے ہیں کہ یہ آکسیڈیشن ری ایکشن ہے؟

$$Al^0 \longrightarrow Al^{3+} + 3e^-$$

9- آپ مثال کے ساتھ کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ کسی آئن کی ایٹم میں تبدیلی آکسیڈیشن ری ایکشن ہے؟

10- گیلوانک سیل میں اینوڈ نیگیٹو چارج لیکن الیکٹرولیٹک سیل میں پازیٹو چارج کیوں رکھتا ہے؟ وضاحت کریں۔

11- ڈینیل سیل کے اندر زنک الیکٹروڈ سے الیکٹرون کس طرف جاتے ہیں؟

12- گیلوانک سیل میں "اینوڈ" اور "کیتھوڈ" الیکٹروڈز کو یہ نام کیوں دیے جاتے ہیں؟

13- گیلوانک سیل میں کیتھوڈ پر کیا ہوتا ہے؟

14- نیلسن سیل میں کونسا سلوشن بطور الیکٹرولائٹ استعمال کیا جاتا ہے؟

15- نیلسن سیل میں کونسے بائی پراڈکٹس (by-products) بنتے ہیں؟

16- گیلوانائزنگ کیوں کی جاتی ہے؟

17- آئرن کی جالی کو اکثر رنگ کیوں کیا جاتا ہے؟

18- زنگ لگنے کے عمل کے لیے آکسیجن کیوں ضروری ہے؟

19- کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ میں کونسا سالٹ الیکٹرولائٹ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے؟

20- کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ کے دوران واقع ہونے والا ریڈاکس (redox) ری ایکشن لکھیں؟

-21 سلور کی الیکٹروپلیٹنگ کے دوران Ag^+ آئن کہاں سے آتے ہیں اور کہاں جمع ہوتے ہیں؟

-22 کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ کے دوران استعمال ہونے والا الیکٹروڈ کیسا ہوتا ہے؟

انشائیہ سوالات

-1 آکسیڈیشن سٹیٹ یا آکسیڈیشن نمبر کی تفویض کے لیے قواعد بیان کریں۔

-2 درج ذیل کمپاؤنڈز میں سے خط کشیدہ ایلیمنٹس کے آکسیڈیشن نمبر معلوم کریں۔

a- $Na_2\underline{S}O_4$ b- $\underline{Ag}NO_3$ c- $K\underline{Mn}O_4$ d- $K_2\underline{Cr_2}O_7$ e- $H\underline{N}O_2$

-3 الیکٹرولیٹک سیل میں ایک نان سپانٹینیس کیمیکل ری ایکشن کیسے کیا جاسکتا ہے؟ تفصیل سے بیان کریں۔

-4 پانی کے الیکٹرولیسز کو تفصیل سے بیان کریں۔

-5 الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے سیل کی تیاری اور اس کے کام کو بیان کریں۔

-6 صنعتی پیمانے پر سوڈیم ہائڈروآکسائڈ کیسے تیار کیا جاسکتا ہے؟ ڈایاگرام کے ساتھ اس کی کیمسٹری بیان کریں۔

-7 زنگ لگنے کے عمل کے دوران ہونے والے ریڈاکس ری ایکشن کو تفصیل سے بیان کریں۔

-8 بحث کریں کہ گیلوانائزنگ کو ٹن پلیٹنگ کی نسبت بہتر کیوں تصور کیا جاتا ہے؟

-9 الیکٹروپلیٹنگ کیا ہے؟ الیکٹروپلیٹنگ کا طریقہ بیان کریں۔

-10 الیکٹروپلیٹنگ کا بنیادی اصول کیا ہے؟ کرومیم کی الیکٹروپلیٹنگ کیسے کی جاتی ہے؟